

Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir



© BSN 2008

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	iii
Pendahuluan	iv
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi	1
3 Ketentuan dan persyaratan	2
3.1 Peralatan penetrometer konus	2
3.1.1 Konus	2
3.1.2 Selimut bidang geser	2
3.1.3 Bahan baja	3
3.1.4 Pipa dorong	3
3.1.5 Batang dalam	3
3.1.6 Mesin pembeban hidraulik	3
3.2 Pengujian	5
3.2.1 Batasan peralatan dan pengujian	5
3.2.2 Kalibrasi	5
3.2.3 Petugas	5
3.2.4 Penanggung jawab pengujian	6
4 Cara pengujian	6
4.1 Persiapan pengujian	6
4.2 Prosedur pengujian	6
4.2.1 Pengujian penetrasi konus ganda	6
4.2.2 Pembacaan hasil pengujian	6
4.2.3 Pengulangan langkah-langkah pengujian	7
4.2.4 Penyelesaian pengujian	7
5 Perhitungan	7
5.1 Rumus-rumus perhitungan	7
5.1.1 Perlawanan konus (q_c)	7
5.1.2 Perlawanan geser (f_s)	8
5.1.3 Angka banding geser (R_f)	8
5.1.4 Geseran total (T_f)	8
5.2 Prosedur perhitungan	10
5.2.1 Cara perhitungan	10
5.2.2 Cara penggambaran hasil uji penetrasi konus	10
6 Laporan uji	10

Lampiran A Bagan alir cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir (normatif)	11
Lampiran B Contoh formulir uji penetrasi konus statik (sondir) (informatif)	12
Lampiran C Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya (informatif)	16
Bibliografi	17



Prakata

Standar berjudul *Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir* merupakan revisi dari SNI 03-2827-1992, *Metode Pengujian Lapangan dengan alat sondir*, dengan perubahan pada judul, penambahan Istilah dan definisi, penambahan dan revisi beberapa materi mengenai Persyaratan dan Ketentuan serta cara pengujian, penjelasan rumus, pembuatan bagan alir, perbaikan gambar dan pembuatan contoh formulir.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Panitia Teknisk Bidang Sumber Daya Air.

Tata cara penulisan disusun mengikuti PSN 08:2007 dan dibahas pada forum rapat konsensus pada tanggal 16 November 2006 di Bandung dengan melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Dalam desain struktur tanah fondasi sering dilakukan analisis stabilitas dan perhitungan desain fondasi suatu bangunan dengan menggunakan parameter tanah baik tegangan total maupun tegangan efektif. Parameter perlawanan penetrasi dapat diperoleh dengan berbagai cara. Dalam melakukan uji penetrasi lapangan ini digunakan metode pengujian lapangan dengan alat sondir (SNI 03-2827-1992) yang berlaku baik untuk alat penetrasi konus tunggal maupun ganda yang ditekan secara mekanik (hidraulik). Peralatan uji penetrasi ini antara lain terdiri atas peralatan penetrasi konus, bidang geser, bahan baja, pipa dorong, batang dalam, mesin pembeban hidraulik, dan perlengkapan lainnya. Mengingat diperlukannya parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan untuk keperluan interpretasi perlapisan tanah dan bagian dari desain fondasi suatu bangunan, perlu disusun revisi standar berjudul "**Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir**".

Cara uji ini dimaksudkan sebagai pegangan dan acuan dalam uji laboratorium geser dengan cara uji langsung terkonsolidasi dengan drainase pada benda uji tanah. Tujuannya adalah untuk memperoleh parameter-parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan, dengan alat sondir (penetrasi quasi statik). Parameter tersebut berupa perlawanan konus (q_c), perlawanan geser (f_s), angka banding geser (R_f), dan geseran total tanah (T_f), yang dapat dipergunakan untuk interpretasi perlapisan tanah dan bagian dari desain fondasi.

Standar ini diharapkan bermanfaat bagi para laboran atau tenaga teknis yang berhubungan dengan penyelidikan geoteknik, para pendesain bangunan dan pihak-pihak terkait lainnya.

Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir, untuk memperoleh parameter-parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan, dengan alat sondir (penetrasi quasi statik). Parameter tersebut berupa perlawanan konus (q_c), perlawanan geser (f_s), angka banding geser (R_f), dan geseran total tanah (T_f), yang dapat digunakan untuk interpretasi perlapisan tanah yang merupakan bagian dari desain fondasi.

Standar ini menguraikan tentang prinsip-prinsip cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir meliputi: sistem peralatan uji penetrasi di lapangan dan perlengkapan lainnya; persyaratan peralatan dan pengujian; cara uji; perhitungan parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah; laporan uji; dan contoh uji. Cara uji ini berlaku baik untuk alat penetrasi konus tunggal maupun ganda yang ditekan secara mekanik (hidraulik).

2 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang berkaitan dengan standar ini adalah sebagai berikut.

2.1

angka banding geser (R_f)

perbandingan antara perlawanan geser dan perlawanan konus (f_s/q_c), dinyatakan dalam persen.

2.2

gigi dorong

gigi yang mendorong penekan hidraulik melalui suatu roda gigi yang merupakan bagian dari alat ukur penetrasi.

2.3

kekuatan geser tanah

tahanan atau tegangan geser maksimum yang dapat ditahan oleh tanah pada kondisi pembebanan tertentu.

2.4

konus

ujung alat penetrasi yang berbentuk kerucut untuk menahan perlawanan tanah.

2.5

penetrometer konus ganda

alat penetrasi konus dengan sondir untuk mengukur komponen perlawanan ujung dan perlawanan geser lokal terhadap gerakan penetrasi.

2.6

penetrometer konus tunggal

alat penetrasi konus dengan sondir untuk mengukur komponen perlawanan ujung terhadap gerakan penetrasi.

2.7

penyondiran

serangkaian pengujian penetrasi yang dilakukan di suatu lokasi dengan menggunakan alat penetrasi konus.

2.8**perlawanan geser (f_s)**

nilai perlawanan terhadap gerakan penetrasi akibat geseran yang besarnya sama dengan gaya vertikal, yang bekerja pada bidang geser dibagi dengan luas permukaan selimut geser; perlawanan ini terdiri atas jumlah geseran dan gaya adhesi.

2.9**perlawanan konus atau perlawanan daya dukung (q_c)**

nilai perlawanan terhadap gerakan penetrasi konus yang besarnya sama dengan gaya vertikal yang bekerja pada konus dibagi dengan luas ujung konus.

2.10**selimut (bidang) geser**

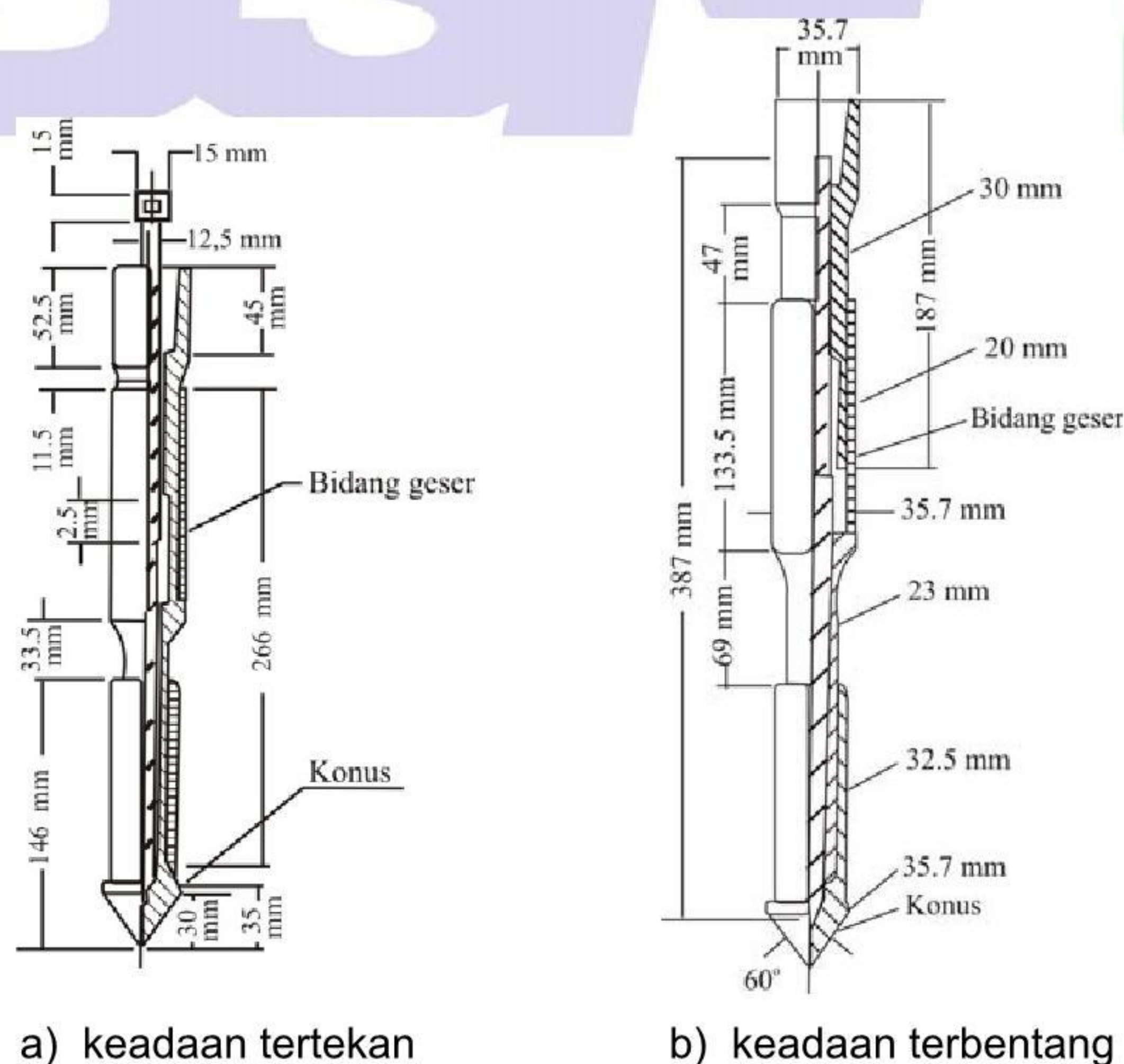
bagian ujung alat ukur penetrasi ganda, tempat terjadinya perlawanan geser lokal.

2.11**tegangan geser tanah**

perlawanan tanah terhadap deformasi bila diberi tegangan geser.

3 Ketentuan dan persyaratan**3.1 Peralatan penetrometer konus****3.1.1 Konus**

Konus yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (lihat Gambar 1):



Gambar 1 Rincian konus ganda

- 1) ujung konus bersusut $60^\circ \pm 5^\circ$;
- 2) ukuran diameter konus adalah $35,7 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ atau luas proyeksi konus = 10 cm^2 ;

- 3) bagian runcing ujung konus berjari-jari kurang dari 3 mm. Konus ganda harus terbuat dari baja dengan tipe dan kekerasan yang cocok untuk menahan abrasi dari tanah;

3.1.2 Selimut (bidang) geser

Selimut (bidang) geser yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a) Ukuran diameter luar selimut geser adalah 35,7 mm ditambah dengan 0 mm s.d 0,5 mm;
- b) Proyeksi ujung alat ukur penetrasi tidak boleh melebihi diameter selimut geser;
- c) Luas permukaan selimut geser adalah $150 \text{ cm}^2 \pm 3 \text{ cm}^2$;
- d) Sambungan-sambungan harus didesain aman terhadap masuknya tanah.
- a) Selimut geser pipa harus mempunyai kekasaran sebesar $0,5 \mu \text{ m AA} \pm 50 \%$.

3.1.3 Pipa dorong

Batang-batang yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a) Pipa terbuat dari bahan baja dengan panjang 1,00 m;
- b) Pipa harus menerus sampai konus ganda agar penampang pipa tidak tertekuk jika disondir/didorong;
- c) Ukuran diameter luar pipa tidak boleh lebih besar daripada diameter dasar konus ganda untuk jarak minimum 0,3 m di atas puncak selimut geser;
- d) Setiap pipa sondir harus mempunyai diameter dalam yang tetap;
- e) Pipa-pipa tersambung satu dengan yang lainnya dengan penyekrupan, sehingga terbentuk rangkaian pipa kaku yang lurus;
- f) Pipa bagian dalam harus dilumasi untuk mencegah korosi.

3.1.4 Batang dalam

Batang-batang dalam yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

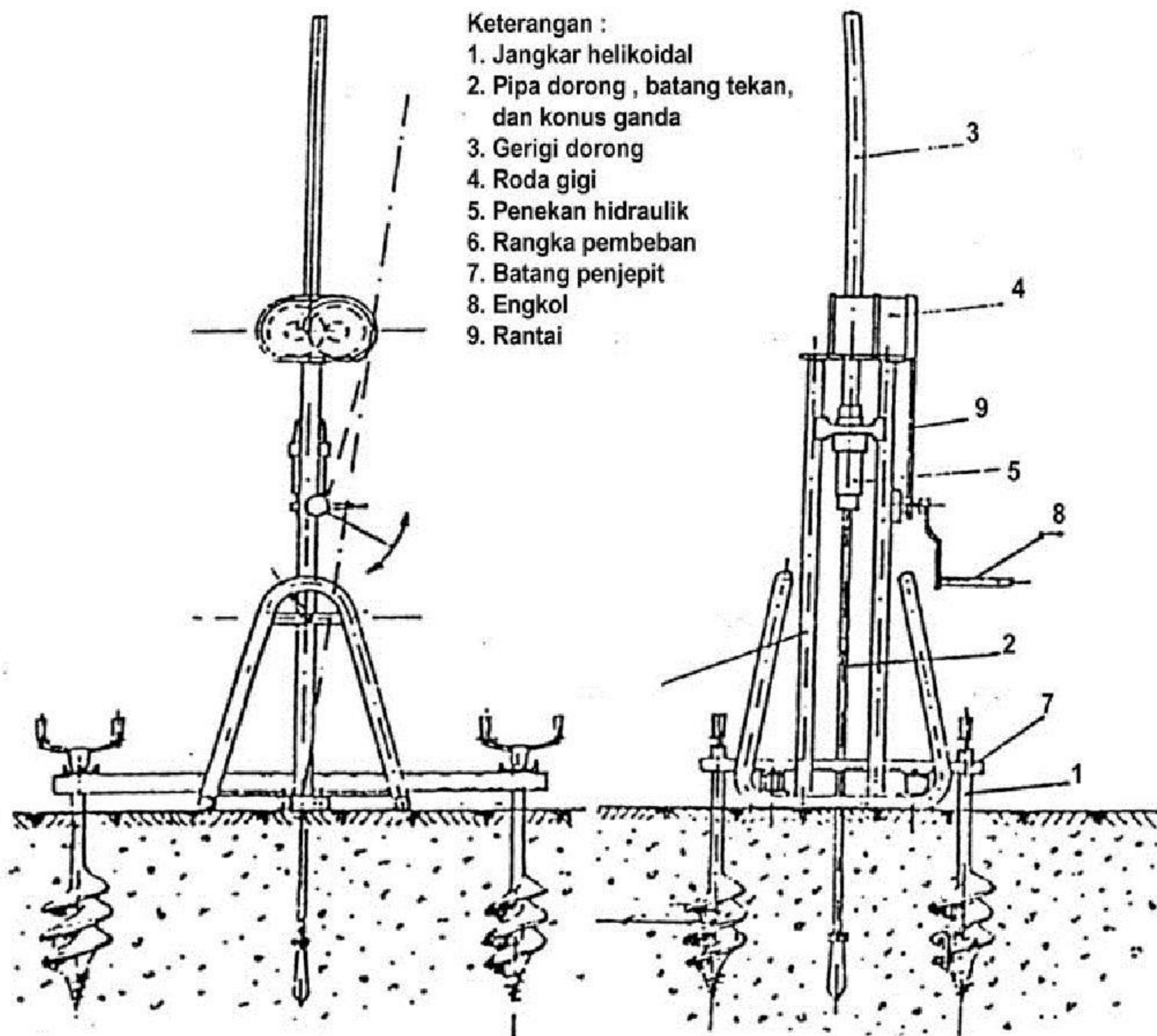
- a) Batang dalam terbuat dari bahan baja dan terletak di dalam pipa dorong;
- b) Batang-batang dalam harus mempunyai diameter luar yang konstan;
- c) Panjang batang-batang dalam sama dengan panjang pipa-pipa dorong dengan perbedaan kira-kira 0,1 mm;
- d) Batang dalam mempunyai penampang melintang yang dapat menyalurkan perlawanan konus tanpa mengalami tekuk atau kerusakan lain;
- e) Jarak ruangan antara batang dalam dan pipa dorong harus berkisar antara 0,5 mm dan 1,0 mm;
- f) Pipa dorong dan batang dalam harus dilumasi dengan minyak pelumas untuk mencegah korosi;
- g) Pipa dorong dan batang dalam harus bersih dari butiran-butiran untuk mencegah gesekan antara batang dalam dan pipa dorong.

3.1.5 Mesin pembeban hidraulik

Mesin pembeban yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (lihat Gambar 2 dan Gambar 3):

- a) Rangka mesin pembeban harus dijepit oleh 2 buah batang penjepit yang diletakkan pada masing-masing jangkar helikoidal agar tidak bergerak pada waktu pengujian;
- b) Rangka mesin pembeban berfungsi sebagaiudukan sistem penekan hidraulik yang dapat digerakkan naik/turun;
- c) Sistem penekan hidraulik terdiri atas engkol pemutar, rantai, roda gigi, gerigi dorong dan penekan hidraulik yang berfungsi untuk mendorong/menarik batang dalam dan pipa dorong;
- d) Pada penekan hidraulik terpasang 2 buah manometer yang digunakan untuk membaca tekanan hidraulik yang terjadi pada waktu penekanan batang dalam, pipa dorong dan

konus (tunggal atau ganda). Untuk pembacaan tekanan rendah disarankan menggunakan manometer berkapasitas 0 MPa s.d 2 MPa dengan ketelitian 0,05 MPa. Untuk pembacaan tekanan menengah digunakan manometer berkapasitas 0 MPa s.d 5 MPa dengan ketelitian 0,05 MPa, dan untuk pembacaan tekanan tinggi digunakan manometer berkapasitas 0 MPa s.d 25 MPa dengan ketelitian 0,1 MPa.



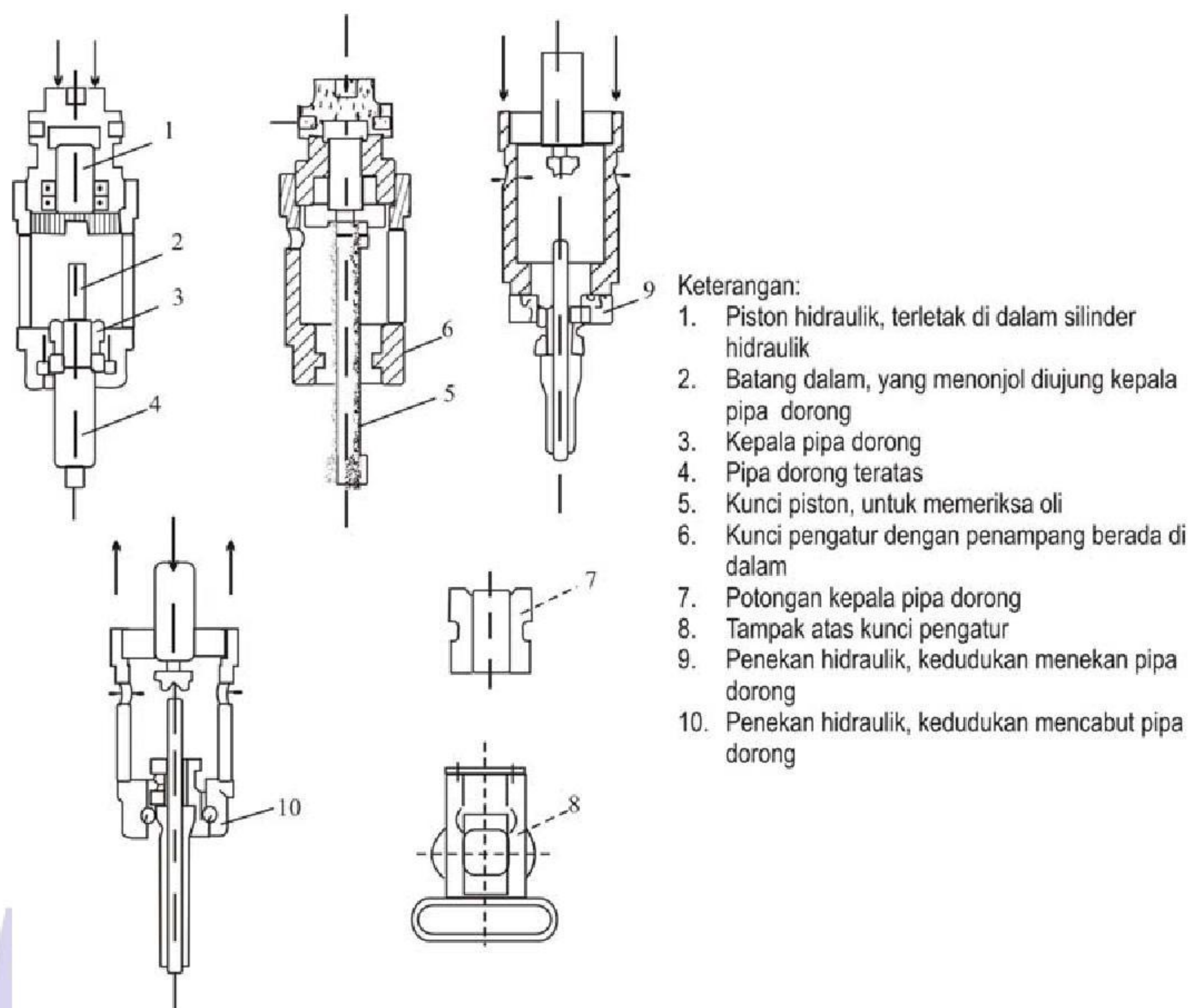
Gambar 2 Rangkaian alat penetrasi konus (sondir Belanda)

3.2 Pengujian

3.2.1 Batasan peralatan dan perlengkapan

Persyaratan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Ketelitian peralatan ukur dengan koreksi sekitar 5 %;
- Deviasi standar pada alat penetrasi secara mekanik:
 - untuk perlawanan konus (q_c) adalah 10 %;
 - untuk perlawanan geser (f_s) adalah 20 %;
- Alat ukur harus dapat mengukur perlawanan penetrasi di permukaan dengan dilengkapi alat yang sesuai, seperti mesin pembeban hidrolik;



Gambar 3 Rincian penekan hidrolik

- d) Alat perlengkapan mesin pembeban harus mempunyai kekakuan yang memadai, dan diletakkan di atas dukungan yang kokoh serta tidak berubah arah pada waktu pengujian;
- e) Pada alat sondir ringan (< 200 kg) biasanya tidak dapat tembus untuk 2 m s.d 3 m sehingga datanya tidak bermanfaat;
- f) Pada alat sondir berat (> 200 kg) digunakan sistem angker; namun di daerah tanah lunak tidak dapat digunakan kecuali dengan pemberian beban menggunakan karung-karung pasir.

3.2.2 Kalibrasi

Semua alat ukur harus dikalibrasi minimum 1 kali dalam 3 tahun dan pada saat diperlukan, sesuai dengan persyaratan kalibrasi yang berlaku.

3.2.3 Petugas

Petugas pengujian ini adalah laboran atau teknisi yang memenuhi persyaratan kompetensi yang berlaku dalam pengujian penetrasi lapangan dengan alat sondir, dan diawasi oleh ahli geoteknik.

4 Cara pengujian

4.1 Persiapan pengujian

Lakukan persiapan pengujian sondir di lapangan dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Siapkan lubang untuk penusukan konus pertama kalinya, biasanya digali dengan linggis sedalam sekitar 5 cm;

- b) Masukkan 4 buah angker ke dalam tanah pada kedudukan yang tepat sesuai dengan letak rangka pembeban;
- c) Setel rangka pembeban, sehingga kedudukan rangka berdiri vertikal;
- d) Pasang manometer 0 MPa s.d 2 MPa dan manometer 0 MPa s.d 5 MPa untuk penyondiran tanah lembek, atau pasang manometer 0 MPa s.d 5 MPa dan manometer 0 MPa s.d 25 MPa untuk penyondiran tanah keras;
- e) Periksa sistem hidraulik dengan menekan piston hidraulik menggunakan kunci piston, dan jika kurang tambahkan oli serta cegah terjadinya gelembung udara dalam sistem;
- f) Tempatkan rangka pembeban, sehingga penekan hidraulik berada tepat di atasnya;
- g) Pasang balok-balok penjepit pada jangkar dan kencangkan dengan memutar baut pengecang, sehingga rangka pembeban berdiri kokoh dan terikat kuat pada permukaan tanah. Apabila tetap bergerak pada waktu pengujian, tambahkan beban mati di atas balok-balok penjepit;
- h) Sambung konus ganda dengan batang dalam dan pipa dorong serta kepala pipa dorong; dalam kedudukan ini batang dalam selalu menonjol keluar sekitar 8 cm di atas kepala pipa dorong. Jika ternyata kurang panjang, bisa ditambah dengan potongan besi berdiameter sama dengan batang dalam.

4.2 Prosedur pengujian

4.2.1 Pengujian penetrasi konus

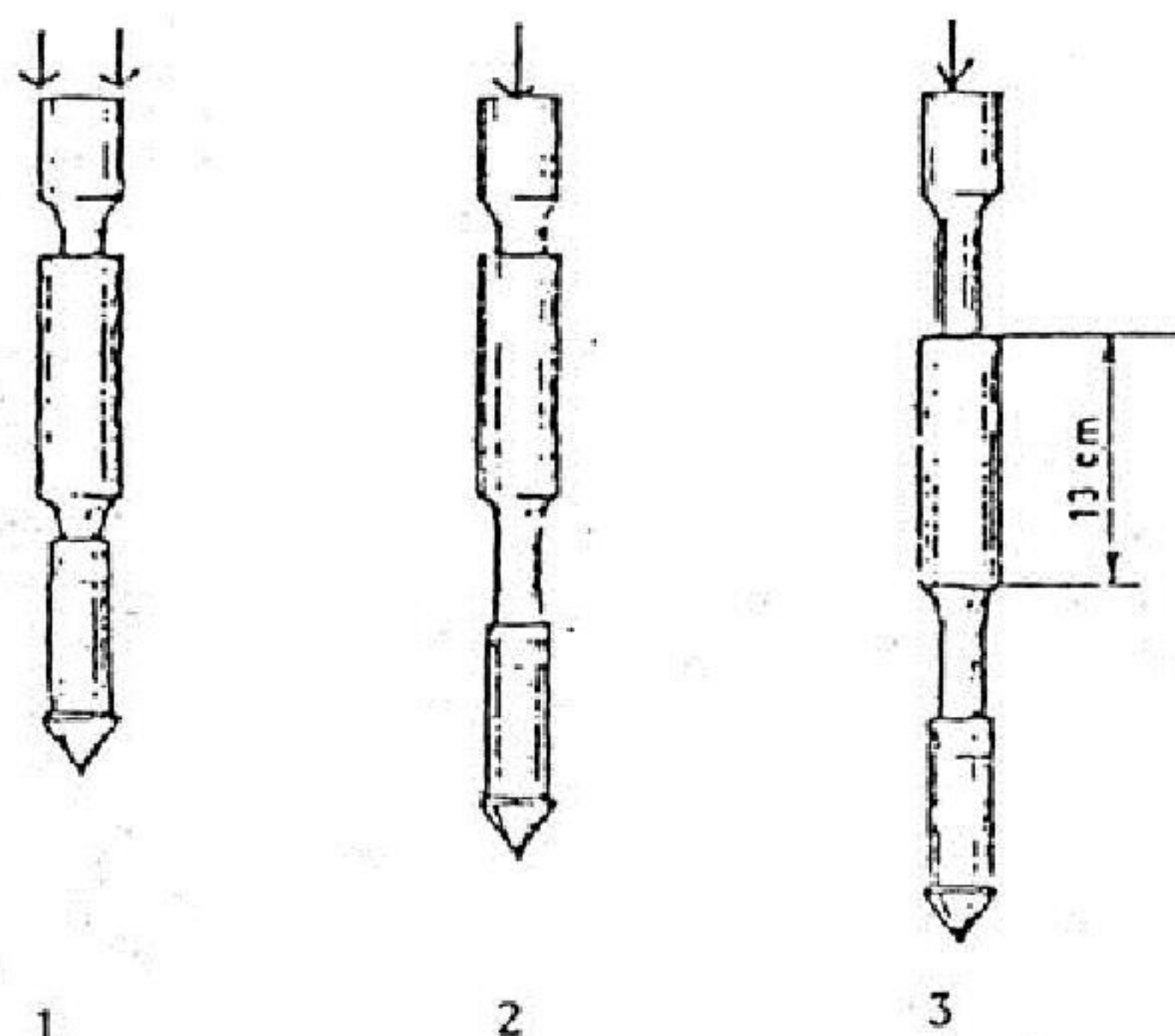
Lakukan pengujian penetrasi konus ganda dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Tegakkan batang dalam dan pipa dorong di bawah penekan hidraulik pada kedudukan yang tepat;
- b) Dorong/tarik kunci pengatur pada kedudukan siap tekan, sehingga penekan hidraulik hanya akan menekan pipa dorong;
- c) Putar engkol searah jarum jam, sehingga gigi penekan dan penekan hidraulik bergerak turun dan menekan pipa luar sampai mencapai kedalaman 20 cm sesuai interval pengujian;
- d) Pada tiap interval 20 cm lakukan penekanan batang dalam dengan menarik kunci pengatur, sehingga penekan hidraulik hanya menekan batang dalam saja (kedudukan 1, lihat Gambar 5);
- e) Putar engkol searah jarum jam dan jaga agar kecepatan penetrasi konus berkisar antara 10 mm/s sampai 20 mm/s \pm 5. Selama penekanan batang pipa dorong tidak boleh ikut turun, karena akan mengacaukan pembacaan data.

4.2.2 Pembacaan hasil pengujian

Lakukan pembacaan hasil pengujian penetrasi konus sebagai berikut:

- 1) Baca nilai perlawanan konus pada penekan batang dalam sedalam kira-kira 4 cm pertama (kedudukan 2, lihat Gambar 4) dan catat pada formulir (Lampiran C) pada kolom C_w ;
- 2) Baca jumlah nilai perlawanan geser dan nilai perlawanan konus pada penekan batang sedalam kira-kira 4 cm yang ke-dua (kedudukan 3, lihat Gambar 4) dan catat pada formulir (Lampiran C) pada kolom T_w .



Gambar 4 Kedudukan pergerakan konus pada waktu pengujian sondir

4.2.3 Pengulangan langkah-langkah pengujian

Ulangi langkah-langkah pengujian tersebut di atas hingga nilai perlawanan konus mencapai batas maksimumnya (sesuai kapasitas alat) atau hingga kedalaman maksimum 20 m s.d 40 m tercapai atau sesuai dengan kebutuhan. Hal ini berlaku baik untuk sondir ringan ataupun sondir berat.

4.2.4 Penyelesaian pengujian

- Cabut pipa dorong, batang dalam dan konus ganda dengan mendorong/menarik kunci pengatur pada posisi cabut dan putar engkol berlawanan arah jarum jam.
- Catat setiap penyimpangan pada waktu pengujian.

5 Perhitungan

5.1 Rumus-rumus perhitungan

Prinsip dasar dari uji penetrasi statik di lapangan adalah dengan anggapan berlaku hukum Aksi Reaksi (persamaan 10), seperti yang digunakan untuk perhitungan nilai perlawanan konus dan nilai perlawanan geser di bawah ini.

5.1.1 Perlawanan konus (q_c)

Nilai perlawanan konus (q_c) dengan ujung konus saja yang terdorong, dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{\text{konus}} = P_{\text{piston}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$q_c \times A_c = C_w \times A_{pi}$$

$$q_c = C_w \times A_{pi} / A_c \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$A_{pi} = \pi (D_{pi})^2 / 4 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$A_c = \pi (D_c)^2 / 4 \quad \dots\dots\dots (4)$$

5.1.2 Perlawanan geser (f_s)

Nilai perlawanan geser lokal diperoleh bila ujung konus dan bidang geser terdorong bersamaan, dan dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{\text{konus}} + P_{\text{geser}} = P_{\text{piston}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$(q_c \times A_c) + (f_s \times A_s) = T_w \times A_{pi}$$

$$(C_w \times A_{pi}) + (f_s \times A_s) = T_w \times A_{pi}$$

$$f_s = K_w \times A_{pi} / A_s \dots\dots\dots (6)$$

$$A_s = \pi D_s L_s \dots\dots\dots (7)$$

$$K_w = (T_w - C_w) \dots\dots\dots (8)$$

5.1.3 Angka banding geser (R_f)

Angka banding geser diperoleh dari hasil perbandingan antara nilai perlawanan geser lokal (f_s) dengan perlawanan konus (q_s), dan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$R_f = (f_s / q_s) \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

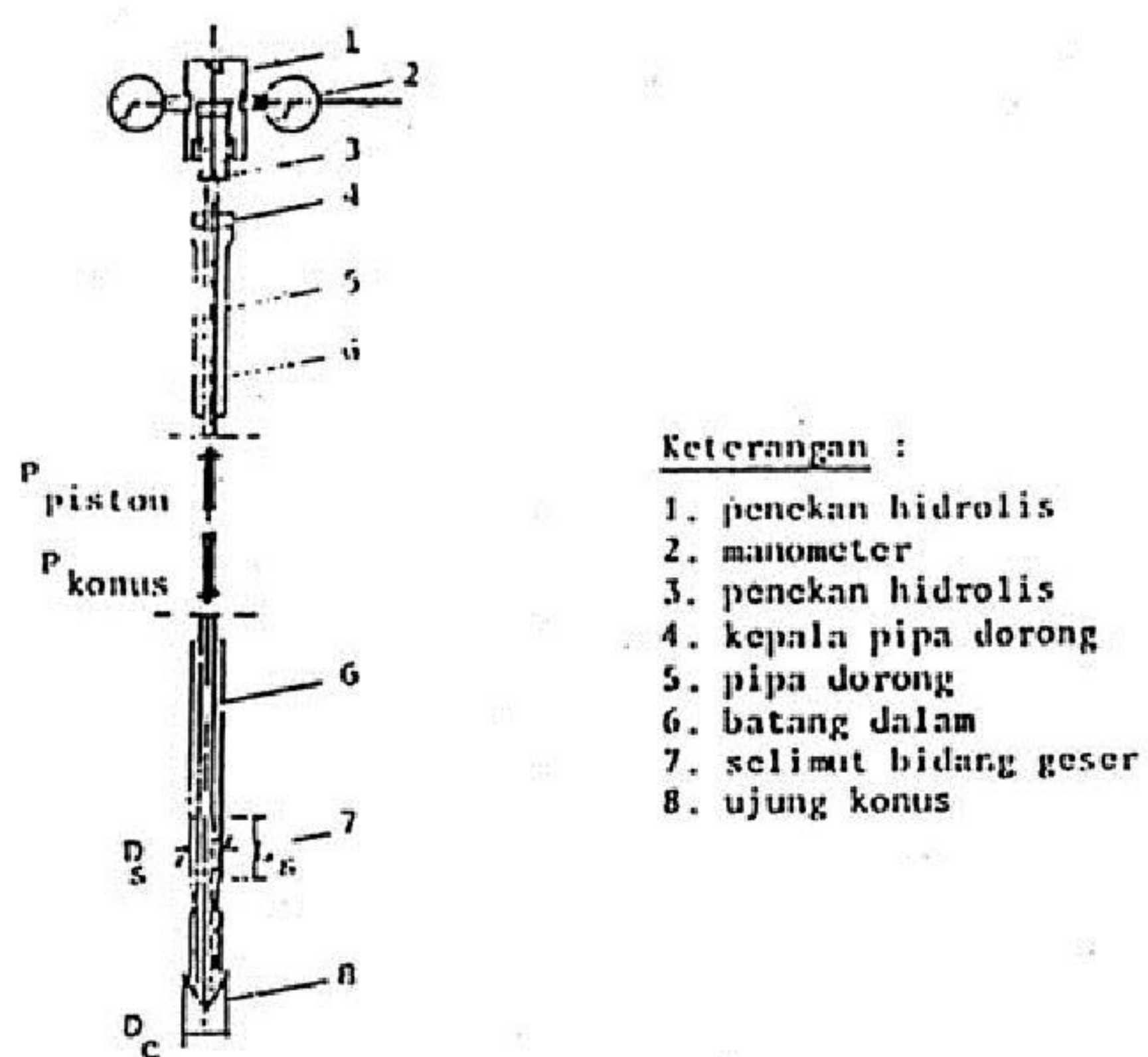
5.1.4 Geseran total (T_f)

Nilai geseran total (T_f) diperoleh dengan menjumlahkan nilai perlawanan geser lokal (f_s) yang dikalikan dengan interval pembacaan, dan dihitung dengan menggunakan persamaan :

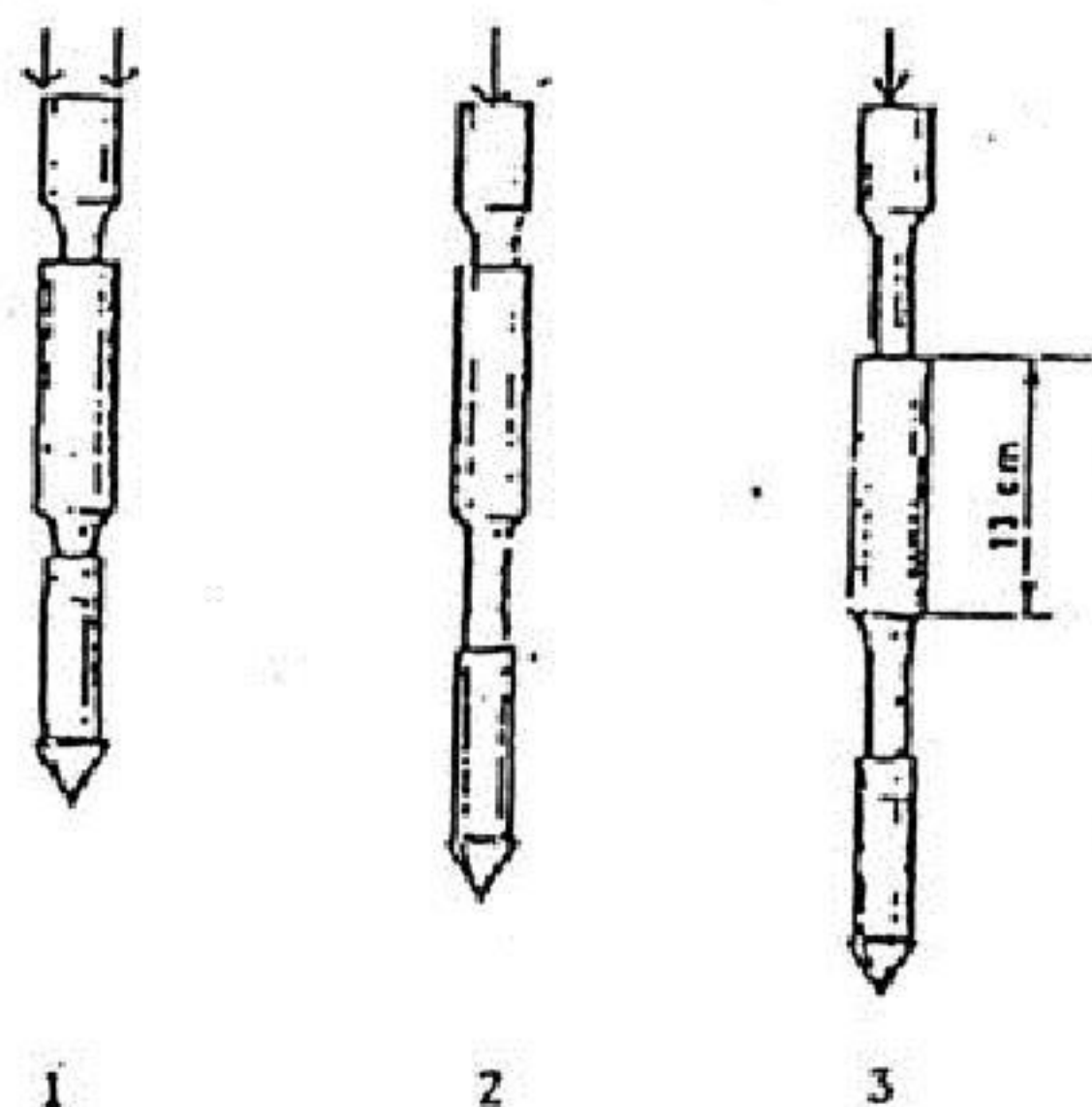
$$T_f = (f_s \times \text{interval pembacaan}) \dots\dots\dots (10)$$

dengan :

- C_w : pembacaan manometer untuk nilai perlawanan konus (kPa);
- T_w : pembacaan manometer untuk nilai perlawanan konus dan geser (kPa);
- K_w : selisih dengan (kPa);
- P_{konus} : gaya pada ujung konus (kN);
- P_{piston} : gaya pada piston (kN);
- q_c : perlawanan konus (kPa);
- f_s : perlawanan geser lokal (kPa);
- R_f : angka banding geser (%);
- T_f : geseran total (kPa);
- A_{pi} : luas penampang piston (cm²);
- D_{pi} : diameter piston (cm);
- A_c : luas penampang konus (cm²);
- $D_c = D_s$: diameter konus sama dengan diameter selimut geser (cm);
- A_s : luas selimut geser (cm²);
- D_s : diameter selimut geser (cm);
- L_s : panjang selimut geser (cm)



GAMBAR 4
SISTEN GAYA WAKTU PENGUJIAN SONDIR



GAMBAR 5
KEDUDUKAN WAKTU PENGUJIAN SONDIR

Gambar 5 Sistem gaya waktu pengujian sondir

5.2 Prosedur perhitungan

Lakukan perhitungan perlawanan konus (q_c), perlawanan geser (f_s), angka banding geser (R_f), dan geseran total (T_f) tanah dan penggambaran hasil pengujian dengan tahapan berikut.

5.2.1 Cara perhitungan

- Hitung perlawanan konus (q_c) bila ujung konus saja yang terdorong dengan menggunakan persamaan (1) s.d (4).
- Hitung perlawanan geser (f_s) lokal bila ujung konus dan bidang geser terdorong bersamaan dengan menggunakan persamaan (5) s.d (8).
- Hitung angka banding geser (R_f) dengan menggunakan persamaan (9).
- Hitung geseran total (T_f) tanah dengan menggunakan persamaan (10).

5.2.2 Cara penggambaran hasil uji penetrasi konus

- Gambarkan grafik hubungan antara variasi perlawanan konus (q_c) dengan kedalaman (meter).
- Untuk uji sondir dengan konus ganda gambarkan hubungan antara perlawanan geser (f_s) dengan kedalaman dan geseran total (T_f) dengan kedalaman.
- Apabila diperlukan rincian tanah yang diperkirakan dari data perlawanan konus dan perlawanan geser, gambarkan grafik hubungan antara angka banding geser dengan kedalaman.
- Tempatkan grafik-grafik dari sub butir a), b) dan c) di atas pada satu lembar gambar dengan skala kedalaman yang sama.

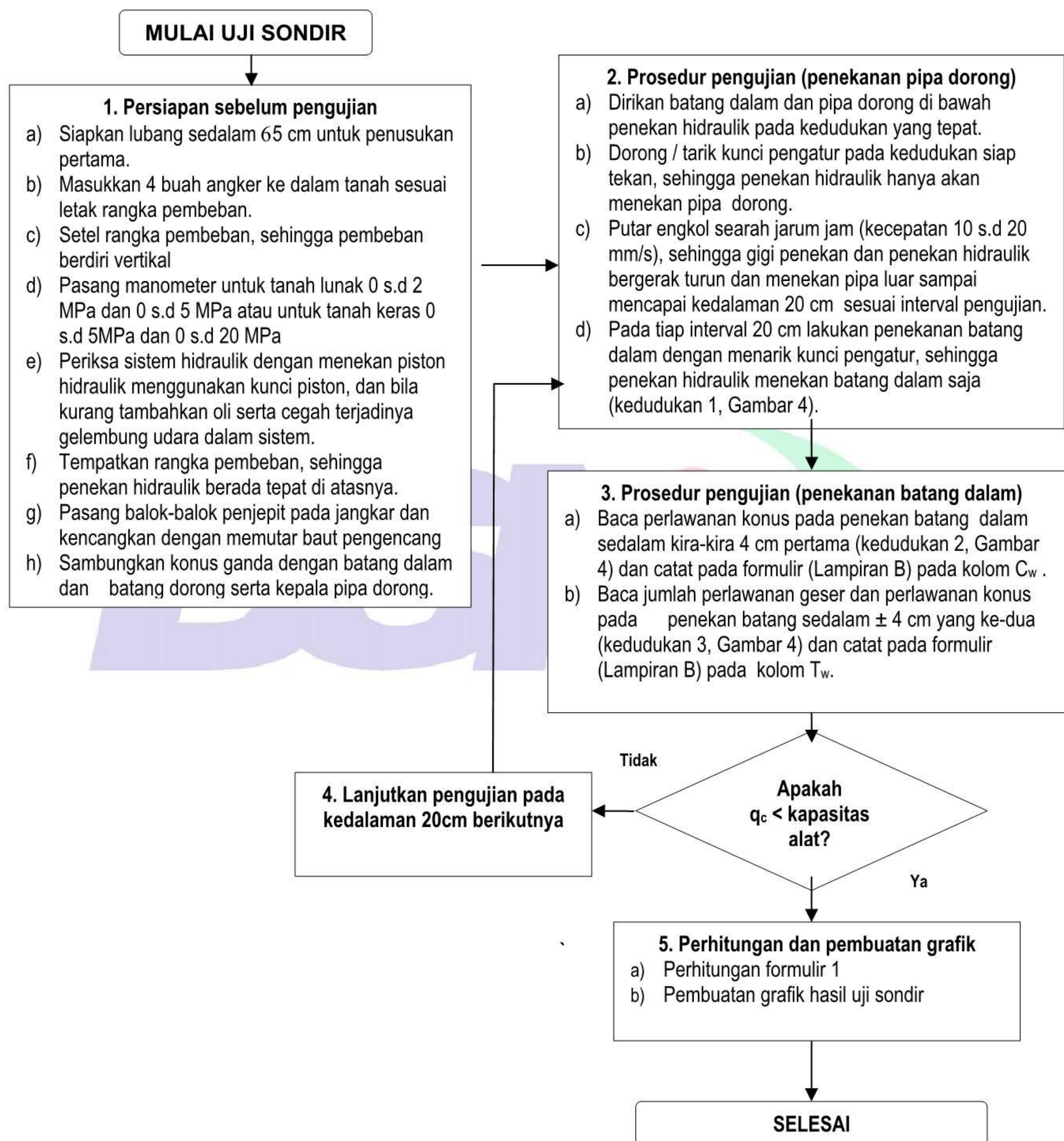
6 Laporan uji

Hasil uji sondir dilaporkan dalam bentuk formulir seperti diperlihatkan dalam Lampiran C, yang memuat hal-hal sebagai berikut:

- Nama pekerjaan dan lokasi pekerjaan, dan tanggal pengujian;
- Nama penguji, nama pengawas, dan nama penanggung jawab hasil uji dengan disertai tanda tangan (paraf) yang jelas;
- Jumlah pengujian, koordinat lokasi atau sketsa situasi letak, elevasi tanah dan muka air tanah (bila memungkinkan);
- Tipe ujung alat penetrasi yang digunakan, tipe mesin bercabang, informasi kalibrasi ujung alat dan cabang atau kedua-duanya;
- Catat setiap penyimpangan pada waktu pengujian.

Lampiran A (normatif)

Bagan alir cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir



Lampiran B

(informatif)

Contoh formulir hasil uji penetrasi konus statik (sondir)

Tabel B.1 Contoh formulir hasil uji penetrasi konus statik

[illegible]

Tabel B.2 Contoh hasil uji penetrasi konus static

Lokasi	: SALAMDARMA	Penanggung jawab	: Ir. Theo F. Najoran
No. sondir	: DCPT.1	Tanggal	: 15-11-2005
Elevasi	: + 0,00 m		

Kedalaman	C _w kPa/100	T _w kPa/100	K _w kPa/100	q _c kPa/100	f _s kPa/100	f _s x20cm kPa/100	T _f kPa- cm/100	R _f (%)
0,20	8	9	1	16	0,133	2,66	2,66	0,83
0,40	25	30	5	50	0,667	13,34	16,00	1,33
0,60	30	35	5	60	0,667	13,34	29,34	1,11
0,80	28	33	5	56	0,667	13,34	42,68	1,19
1,00	21	42	21	42	2,801	56,03	98,71	6,67
1,20	19	22	3	38	0,400	8,00	106,71	1,05
1,40	16	18	2	32	0,267	5,34	112,05	0,83
1,60	11	16	5	22	0,667	13,34	125,39	3,03
1,80	12	17	5	24	0,667	13,34	138,73	2,78
2,00	12	17	5	24	0,667	13,34	152,07	2,78
2,20	18	27	9	36	1,201	24,02	176,09	3,34
2,40	16	24	8	32	1,067	21,34	197,43	3,33
2,60	10	16	6	20	0,800	16,00	213,43	4,00
2,80	10	14	4	20	0,534	10,68	224,11	2,67
3,00	9	17	8	18	1,067	21,34	245,45	5,93
3,20	11	20	9	22	1,201	24,02	269,47	5,46
3,40	14	18	4	28	0,534	10,68	280,15	1,91
3,60	18	21	3	36	0,400	8,00	288,15	1,11
3,80	29	35	6	58	0,800	16,00	304,15	1,38
4,00	19	25	6	38	0,800	16,00	320,15	2,11
4,20	15	20	5	30	0,667	13,34	333,49	2,22
4,40	24	32	8	48	1,067	21,34	354,83	2,22
4,60	19	28	9	38	1,201	24,02	378,85	3,16
4,80	25	41	16	50	2,134	42,68	421,53	4,27
5,00	19	26	7	38	0,934	18,68	440,21	2,46
5,20	9	17	8	18	1,067	21,34	461,55	5,93
5,40	9	17	8	18	1,067	21,34	482,89	5,93
5,60	8	15	7	16	0,934	18,68	501,57	5,84
5,80	11	19	8	22	1,067	21,34	522,91	4,85
6,00	8	16	8	16	1,067	21,34	544,25	6,67
6,20	4	7,5	3,5	8	0,467	9,34	553,59	5,84
6,40	9	18	9	18	1,201	24,02	577,61	6,67
6,60	6	12	6	12	0,800	16,00	593,61	6,67
6,80	8	15	7	16	0,934	18,68	612,29	5,84
7,00	4	7	3	8	0,400	8,00	620,29	5,00
7,20	6	9	3	12	0,400	8,00	628,29	3,33
7,40	3	5	2	6	0,267	5,34	633,63	4,45
7,60	4	7,5	3,5	8	0,467	9,34	642,97	5,84
7,80	3	6	3	6	0,400	8,00	650,97	6,67
8,00	8	12	4	16	0,534	10,68	661,65	3,38
8,20	3	6	3	6	0,400	8,00	669,65	6,67
8,40	5	10	5	10	0,667	13,34	682,99	6,67
8,60	10,5	13,5	3	21	0,400	8,00	690,99	1,90
8,80	9	12	3	18	0,400	8,00	698,99	2,22
9,00	2,5	5	2,5	5	0,334	6,68	705,67	6,68
9,20	1,5	3	1,5	3	0,200	4,00	709,67	6,67
9,40	3	6	3	6	0,400	8,00	717,67	6,67
9,60	24	30	6	48	0,800	16,00	733,67	1,67
9,80	33	38	5	66	0,667	13,34	747,01	1,01
10,00	32	41	9	64	1,201	24,02	771,03	1,88
10,20	35	39	4	70	0,534	10,68	781,71	0,76
10,40	26	35	9	52	1,201	24,02	805,73	2,31

Penguji

Penyelia

(Warsah)

(Ir. Carlina Soetjiono, M.Eng)

Lanjutan Tabel B.2

Kedalaman	Cw kPa/100	Tw kPa/100	Kw kPa/100	qc kPa/100	fs kPa/100	fsx20cm kPa/100	Tf kPa- cm/100	Rf (%)
10,60	38	41,5	3,5	76	0,467	9,34	815,07	0,61
10,80	41	44	3	82	0,400	8,00	823,07	0,49
11,00	37	43	6	74	0,800	16,00	839,07	1,08
11,20	35	41	6	70	0,800	16,00	855,07	1,14
11,40	38	42	4	76	0,534	10,68	865,75	0,70
11,60	20	28	8	40	1,067	21,34	887,09	2,67
11,80	19	26	7	38	0,934	18,68	905,77	2,46
12,00	10	20	10	20	1,334	26,68	932,45	6,67
12,20	11	21	10	22	1,334	26,68	959,13	6,06
12,40	9	17	8	18	1,067	21,34	980,47	5,93
12,60	11	21	10	22	1,334	26,68	1.007,15	6,06
12,80	11	21	10	22	1,334	26,68	1.033,83	6,06
13,00	14	22	8	28	1,067	21,34	1.055,17	3,81
13,20	16	28	12	32	1,601	32,02	1.087,19	5,00
13,40	16	25	9	32	1,201	24,02	1.111,21	3,75
13,60	17	29	12	34	1,601	32,02	1.143,23	4,71
13,80	19	28	9	38	1,201	24,02	1.167,25	3,16
14,00	18	28	10	36	1,334	26,68	1.193,93	3,71
14,20	17	28	11	34	1,467	29,35	1.223,28	4,31
14,40	21	30	9	42	1,201	24,02	1.247,73	2,86
14,60	18	31	13	36	1,734	34,68	1.281,98	4,82
14,80	20	32	12	40	1,601	32,02	1.314,00	4,00
15,00	22	38	16	44	2,134	42,68	1.356,68	4,85
15,20	20	37	17	40	2,268	45,36	1.402,04	5,67
15,40	31	41	10	62	1,334	26,68	1.428,72	2,15
15,60	22	41	19	44	2,535	50,70	1.479,42	5,76
15,80	22	41	19	44	2,535	50,70	1.530,12	5,76
16,00	32	50	18	64	2,401	48,02	1.578,14	3,75
16,20	30	50	20	60	2,668	53,36	1.631,50	4,45
16,40	30	48	18	60	2,401	48,02	1.679,52	4,00
16,60	32	48	16	64	2,134	42,68	1.722,20	3,33
16,80	32	48	16	64	2,134	42,68	1.764,88	3,33
17,00	31	50	19	62	2,535	50,70	1.815,58	4,09
17,20	30	48	18	60	2,401	48,02	1.863,60	4,00
17,40	28	42	14	56	1,868	37,36	1.900,96	3,34
17,60	30	38	8	60	1,067	21,34	1.922,20	1,78
17,80	30	40	10	60	1,334	26,68	1.948,98	2,22
18,00	15	21	6	30	0,800	16,00	1.964,98	2,67
18,20	18	25	7	36	0,934	18,68	1.983,66	2,59
18,40	32	50	18	64	2,401	48,02	2.031,68	3,75
18,60	32	48	16	64	2,134	42,68	2.074,36	3,33
18,80	40	58	18	80	2,401	48,02	2.122,38	3,00
19,00	31	48	17	62	2,268	45,36	2.167,74	3,66
19,20	13	25	12	26	1,601	32,02	2.199,76	6,16
19,40	20	25	5	40	0,667	13,34	2.213,10	1,67
19,60	15	25	10	30	1,334	26,68	2.239,78	3,34
19,80	15	30	15	30	2,001	40,02	2.279,80	6,67
20,00	15	30	15	30	2,001	40,02	2.319,82	6,67
20,20	15	30	15	30	2,001	40,02	2.359,84	6,67
20,40	18	35	17	36	2,268	45,36	2.405,20	6,30
20,60	15	30	15	30	2,001	40,02	2.445,22	6,67
20,80	13	25	12	26	1,601	32,02	2.477,24	6,16
21,00	15	30	15	30	2,001	40,02	2.517,26	6,67
21,20	20	25	5	40	0,667	13,34	2.530,60	1,67
21,40	18	35	17	36	2,268	45,36	2.575,96	6,30
21,60	20	25	5	40	0,667	13,34	2.589,30	1,67
21,80	18	28	10	36	1,334	26,68	2.615,98	3,71
22,00	20	38	18	40	2,401	48,02	2.664,00	6,00
22,20	15	30	15	30	2,001	40,02	2.704,02	6,67
22,40	10	20	10	20	1,334	26,68	2.730,70	6,67

$D_s = 3,56 \text{ cm}$; $D_{p1'} = 3,56 \text{ cm}$
 $D_c = 3,56 \text{ cm}$; $L = 13,30 \text{ cm}$

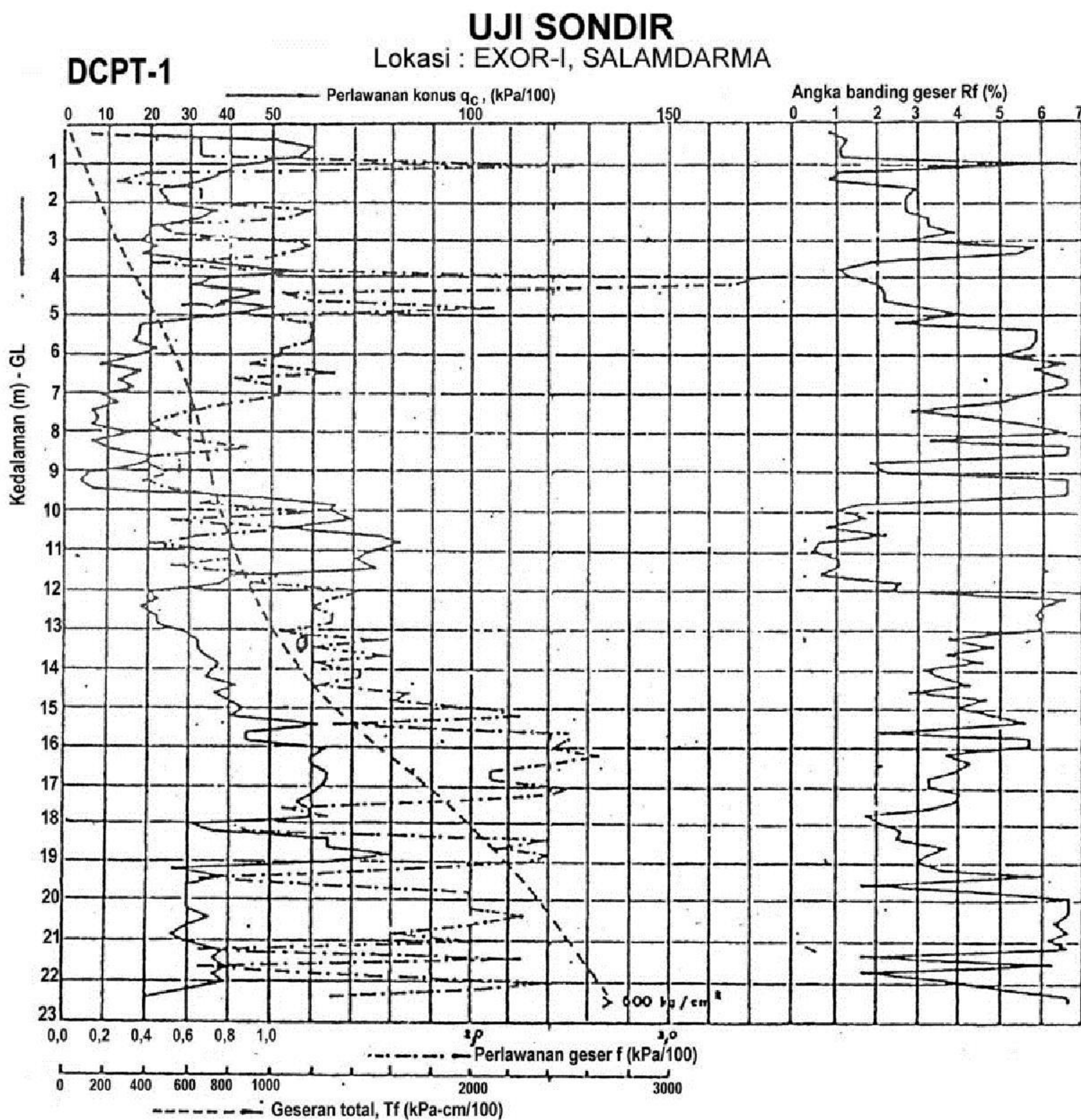
Bandung, 15 November 2005

Diperiksa oleh :

(Ir. Carlina Soetjiono, Dipl. H.E.)

Penanggung jawab,

(Ir. Theo F. Najoran, M. Eng.)



Gambar B.1 Contoh grafik hasil uji sondir

Lampiran C
(informatif)

Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya

No.	Materi	Sebelum	Revisi
1.	Judul	Metode pengujian penetrasi dengan alat <i>SPT</i>	Cara uji penetrasi lapangan dengan alat <i>SPT</i>
2.	Format	Format SNI	Tetap
3.	Acuan normatif	Ada	ASTM yang terkait dipindah ke Bibliografi.
4.	Istilah dan definisi	Sudah ada	Perbaiki sedikit pada beberapa penjelasan, disusun menurut abjad.
5.	- Penjelasan rumus dan gambar - Penjelasan cara kerja peralatan, bagan alir cara uji, dan contoh uji.	Sudah ada	Lengkapi penjelasan rumus dan gambar, serta cara kerja peralatan secara skematis.
6.	Rumus	Sudah ada	Lengkapi rumus dengan gambar dan satuan serta perhitungannya.
7.	Gambar	Gambar masih kurang jelas	Perbaiki, lengkapi dan perjelas gambar-gambar cara kerja alat, bagan alir cara kerja dan cantumkan sumbernya.
8.	Contoh Formulir	Belum lengkap	Penambahan contoh uji/perhitungan (Lampiran C).

Bibliografi

SNI 03-2827-1992, "*Metode pengujian lapangan dengan alat sondir*".

ASTM D 1586-84 (1984), "*Standard penetration test and split barrel sampling of soils*".

De Beer, E.E., Goelen, E., Heynen, W.J. and Joustra, K., 1988, "*Cone penetration test (CPT) : International reference test procedure*", in Penetration Testing 1988 Volume 1, Edited by J. De Ruiter, A.A. Balkema, Rotterdam/ Brookfield , 1988.

FHWA NHI-01-031, "*Manual on subsurface investigations*".

FHWA-TA-78-209 (1977), "*Guidelines for Cone Penetration Test, Performance and Design*", U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Offices of Research and Development, Implementation Div. Washington, D.C., 20590, Juli 1977.

Schultze, E. & Muhs, H. (1967), "*Bodenuntersuchungen fur Ingenieurbauten*", Springer – Verlag , Berlin/ Heidelberg/ New York, page 147 – 169.













BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id